

# БИОРЕСУРСЫ АГРАРНОГО СЕКТОРА КАК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ АРГАЯШСКОЙ ПТИЦЕФАБРИКИ

Горбунова А.А., Нараева Р.Р.

Южно-Уральский государственный университет

Fukatsumu@mail.ru

Одним из перспективных направлений развития биоэнергетики в аграрном секторе Челябинской области является получение энергии на основе переработки биомассы.

Наиболее эффективным способом использования биомассы является ее преобразование в биотопливо, путем анаэробного сбраживания органических отходов сельского хозяйства для получения газообразного топлива – биогаза [1, 2].

На Аргаяшской птицефабрике ежедневно образуется  $m_n = 233$  тонны помета. Для эффективной работы БГУ необходимо добавить 50 % воды от удельного веса помета, что составит  $m_e = 0,5 \cdot 233 \approx 117$  тонн в сутки. С этим условием выбираем габариты резервуара предварительного хранения, учитывая, что субстрат находится в нем 1-2 дня. Получаем, что необходимо складировать  $m_o = (m_n + m_e)2 = 700$  тонн. Так как субстрат близок к воде по своим свойствам, то можно принять:  $m_o = V_o = 700 \text{ м}^3$ . С учетом дальнейшего расширения производства стоит увеличить этот объем до  $V_{o,p} = 1\,000 \text{ м}^3$ . С экономической и конструкционной точки зрения эффективнее построить 2 резервуара брожения по  $V_p = 500 \text{ м}^3$ . Рассчитаем габариты резервуара. Для наилучшего протекания процесса метаногенеза выбираем соотношение высоты резервуара  $H_p$  к его диаметру  $d_p$  равным:  $H_p / d_p = 0,6$  [3] или получим

$$H_p = 0,6 d_p. \quad (1)$$

Объем резервуара (цилиндрической формы) рассчитывается по формуле:

$$V_p = \pi H_p d_p^2 / 4. \quad (2)$$

Из формулы (2) с учетом (1) и  $V_p = 500 \text{ м}^3$  определяем диаметр резервуара по формуле:

$$d_p = \sqrt[3]{4V_p / 0,6\pi}, \quad (3)$$

таким образом, диаметр резервуара составит  $d_p = 10$  метров, соответственно высота резервуара получится  $H_p = 6$  метров.

В самом ферментере субстрат должен провести 40 дней, отсюда его объем будет равен  $V_{o,\phi} = 40 \cdot 350 = 14\,000 \text{ м}^3$ . Но располагать имеющийся объем субстрата оптимальнее в 3 ферментерах по  $V_\phi = 4\,667 \text{ м}^3$  каждый. Здесь возьмем соотношение высоты ферментера  $H_\phi$  к его диаметру  $d_\phi$  равным  $H_\phi / d_\phi = 0,3$  (так как ферментеры достаточно велики и с конструкционной точки зрения следует уменьшить этот коэффициент), тогда

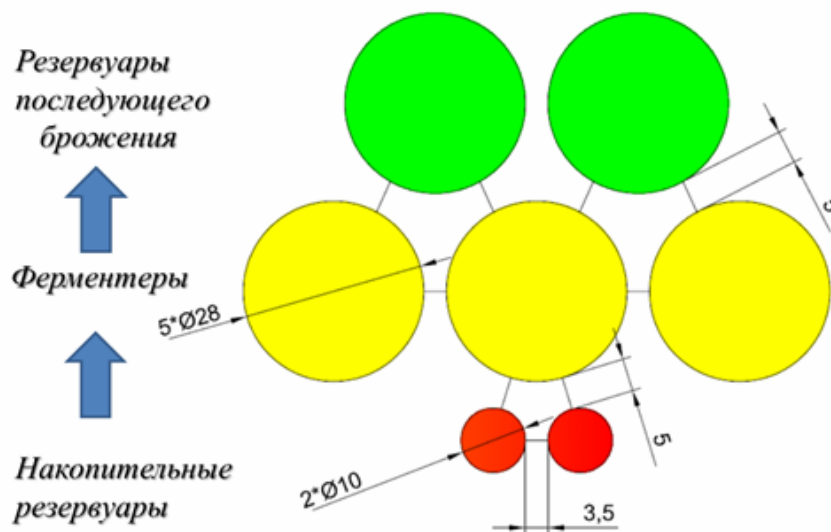
$$H_\phi = 0,3 \cdot d_\phi, \quad (4)$$

В соответствии с (3) и с учетом (4) и  $V_\phi = 4\,667 \text{ м}^3$  определяем диаметр ферментера:

$$d_\phi = \sqrt[3]{4V_\phi / 0,3\pi} = 28 \text{ м}, \quad (5)$$

соответственно высота ферментера составит  $H_f = 8$  метров.

Резервуар последующего брожения рассчитывается по аналогии. Размер его будет таким же, как у ферментера, но количество сократится до 2 резервуаров, т.к. уменьшится срок пребывания субстрата в резервуаре до 26 дней. В итоге, резервуары можно максимально компактно расположить на местности (рисунок).



План расположения резервуаров БГУ

#### Расчет выхода биогаза

Удельный выход биогаза с 1 тонны субстрата в сутки равен  $91 \text{ м}^3/\text{сут}$  [4]. Тогда в сутки выход биогаза составит:  $91 \cdot 233 = 21\,203 \text{ м}^3/\text{сут}$ , а в год:  $21\,203 \cdot 365 = 7\,739\,095 \text{ м}^3/\text{год}$ .

В качестве преобразовательного устройства используем когенерационную установку. Подбор ее параметров осуществляется по выходу биогаза. При установке Российского оборудования можно существенно сэкономить по сравнению с зарубежными аналогами. ООО «БАЗИС-ЭНЕРГО» выпускает когенерационные установки, оборудованные на работу с биогазом на основе установок фирмы «TEDOM». Для полного использования потенциала биогаза выбираем 2 установки Quanto C2000 S (P) с установленной электрической мощностью 2 010 кВт, тепловой мощностью 1,86 Гкал и потреблением  $12\,096 \text{ м}^3$  биогаза в сутки.

Птицефабрике необходимо для собственных нужд 3,9 МВт электрической энергии и 1 Гкал тепловой. Отсюда 2 когенерационные установки обеспечат выход 4 МВт электрической, 3,72 Гкал тепловой энергии и будут потреблять  $24\,192 \text{ м}^3$  биогаза в сутки. Так же необходимо учесть, что для обеспечения собственных нужд самой биогазовой установки необходимо примерно 7 % (5 % на модуль брожения и 2 % на когенерационную установку и потери на трансформаторе) от производимой мощности, т.е. для собственных нужд эта величина составит 281,4 кВт [5].

В ходе проведенных исследований и выполненных расчетов получены новые результаты: рассчитан суточный и годовой выход биогаза при анаэробном

брожении субстрата в БГУ, соответственно 21 203 м<sup>3</sup>/сут и 7 739 095 м<sup>3</sup>/год. Рассчитаны габаритные размеры резервуаров БГУ. С учетом вычисленного объема биогаза выбраны две когенерационные установки, обеспечивающие выход 4 МВт электрической и 3,72 Гкал тепловой энергии.

На основе полученных данных, по одной из крупнейших птицефабрик области, можно утверждать, что уменьшение экологической нагрузки действительно возможно осуществить за счет использования биогазовых установок. Переработка органических отходов аграрного сектора может предотвратить загрязнение плодородного слоя земли, проникновение загрязнённых стоков в грунтовые воды. Так же будет отсутствовать благоприятная среда для размножения вредителей. При постройке биогазовой установки, птицефабрика будет запитана от автономного источника питания, что исключит нежелательные потери тепла и электричества при передаче на дальние расстояния. Производство энергии на основе возобновляемых источников энергии экономит ископаемое топливо и материальные затраты на его приобретение и транспортировку.

#### *Библиографический список*

1. Соуфер С. Биомасса как источник энергии / Под ред. С. Соуфера, О. Заборски; пер. с англ. А.П. Чочиа, под ред. Я.Б. Черткова. М.: Мир, 1985. 375 с.
2. Роза А. да. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учеб. пособие / А. да Роза; пер. с англ. под ред. С.П. Малышенко, О.С. Попеля. М.-Долгопрудный: Издательский дом МЭИ: Интеллект, 2010. 702 с.
3. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учебное пособие / В.В. Елистратов. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. 224 с.
4. Эдер Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц; пер. с нем. Zorg Biogas. 2008. URL: <http://www.zorgbiogas.com>.
5. Нараева Р.Р. Ресурсы древесной биомассы Челябинской области в развитии биоэнергетики / Р.Р. Нараева, А.А. Нараева // Наука ЮУрГУ: материалы 63-й науч. конф. Секции техн. наук. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. Т. 2. С. 215-218.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ «АРК-ВИЭ» И «VIZRO-RES» ДЛЯ РАСЧЕТА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОГРАММ**

*Денисов К.С., Рахимова Н.М., Завьялов А.С., Велькин В.И.  
УрФУ, Таджикский технический госуниверситет*

В настоящее время за рубежом разработано около ста компьютерных программ для расчета параметров энергосистем на базе ВИЭ. Многие программы основаны на технологии 3D-проектирования для наилучшего выбора расположения установок на местности. Некоторые не требуют инсталляции и работают в режиме on-line. Примерно половина всех программ находится в свободном доступе, соответственно ими могут воспользоваться все желающие.

Ниже приведено описание некоторых наиболее функциональных зарубежных программ, находящихся в свободном доступе.

Программный пакет «RETScreen» – программа для анализа проектов с использованием ВИЭ, реализованная в Microsoft Excel [1]. Комплекс включает в себя базы данных продуктов, проектов, гидрологических и климатических ха-